

SINGLE PLATE TYPE LIQUID CRYSTAL PROJECTOR

Patent Number: JP2002040416
Publication date: 2002-02-06
Inventor(s): SAWAI YASUMASA
Applicant(s): MINOLTA CO LTD
Requested Patent: ☐ JP2002040416
Application Number: JP20000221792 20000724
Priority Number(s):
IPC Classification: G02F1/13357; G02F1/13; G02F1/1335; G02F1/13363; G03B21/00; G03B33/12; G09F9/00; H04N9/30; H04N9/31
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a single plate type liquid crystal projector which makes it possible obtain bright projected images of high quality by enhancing light utilization efficiency while well maintaining color reproducibility.

SOLUTION: A liquid crystal panel 13 of the color liquid crystal projector of a microlens-dichroic mirror system has a microlens array on the display region surface on an incident side. A reflector 2a and convex-concave cylindrical lenses 4, 5a convert the white natural light from the light source 1 to parallel light beams at compression rates varied by directions. The lens arrays 6, 7 make the spatial energy distribution of the parallel light beams uniform and the dichroic mirror 11 separates the light to a plurality of color light having angle differences. A PBS prism array 8 separates the incident light to two polarization components varying in polarization directions and a half wave plate 9 converts the one polarized light component to the polarized light component of the same polarization direction as the polarization direction of the other polarized light component.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-40416
(P2002-40416A)

(43) 公開日 平成14年2月6日 (2002. 2. 6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 F 1/13357	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 8 8
1/13		1/1335	2 H 0 9 1
1/1335		1/13363	5 C 0 6 0
1/13363		G 0 3 B 21/00	E 5 G 4 3 5
G 0 3 B 21/00		33/12	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-221792(P2000-221792)

(22) 出願日 平成12年7月24日 (2000. 7. 24)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 澤井 靖昌

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫 (外1名)

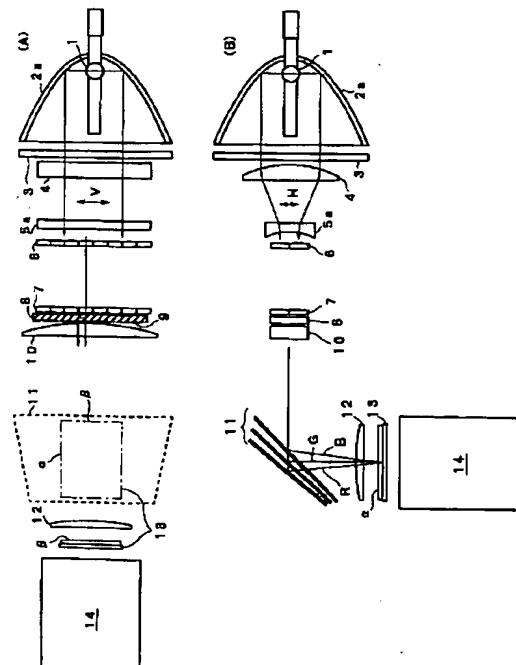
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 単板式液晶プロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】 色再現性を良好に保ったまま光利用効率を上げて、明るく高品質な投写画像が得られる単板式液晶プロジェクタを提供する。

【解決手段】 マイクロレンズ-ダイクロイックミラー方式のカラー液晶プロジェクタであって、液晶パネル(13)が入射側の表示領域面にマイクロレンズアレイを有する。リフレクタ(2a)、凸・凹シリンドリカルレンズ(4,5a)は、光源(1)からの白色の自然光を方向により異なる圧縮率で平行光に変換する。レンズアレイ(6,7)は平行光の空間的なエネルギー分布を均一化し、ダイクロイックミラー(11)は角度差のある複数の色光に色分解する。PBSプリズムアレイ(8)が入射光を偏光方向の異なる2つの偏光成分に分離し、1/2波長板(9)が一方の偏光成分を他方の偏光成分と同じ偏光方向の偏光成分に変換する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 白色の自然光を発生させる光源と、該光源から射出した光を平行光に変換する形状変換光学系と、前記平行光の空間的なエネルギー分布を均一化するレンズアレイ方式のインテグレート光学系と、前記エネルギー分布が均一化された光を角度差のある複数の色光に色分解する色分解光学系と、前記各色光が入射する側の表示領域の面にマイクロレンズアレイを有し、該マイクロレンズアレイ通過後の光を変調する液晶パネルと、該液晶パネルにより変調された光で画像投影を行う投影レンズと、を備えた単板式液晶プロジェクトであって、前記インテグレート光学系が、複数のレンズセルで入射光を分割して複数の光源像を形成する第1レンズアレイ、及び該第1レンズアレイの各レンズセルと前記液晶パネルとを共役にするレンズセルを前記第1レンズアレイの各レンズセルと対を成すように同数だけ有する第2レンズアレイで構成され、さらに、前記第1レンズアレイによって形成される光源像が、偏光方向の異なる互いに隣り合った一対の光源像として形成されるように、入射光を偏光方向の異なる2つの偏光成分に分離する偏光分離素子と、その一方の偏光成分を他方の偏光成分と同じ偏光方向の偏光成分に変換する1/2波長板と、を備え、前記形状変換光学系が、前記光源から射出した光を方向により異なる圧縮率で平行光に変換することを特徴とする液晶プロジェクト。

【請求項2】 前記液晶パネルの表示領域が長方形状を成し、その長方形の長辺に対応する方向と短辺に対応する方向とで前記圧縮率が異なり、その圧縮率の大きい方向と、前記液晶パネルの表示領域の長辺と、前記色分解光学系による色分解の方向と、が同一の平面に対して平行であり、前記偏光分離素子による2つの偏光成分への分離方向が前記平面に対して垂直であることを特徴とする請求項1記載の液晶プロジェクト。

【請求項3】 前記表示領域のアスペクト比を $\alpha : \beta$ (ただし $\alpha > \beta$)とすると、平行光の圧縮率の比が $2\alpha / \beta : 1$ であることを特徴とする請求項2記載の液晶プロジェクト。

【請求項4】 前記形状変換光学系が、前記光源位置に焦点を持つ放物面を反射面として有するリフレクタと、該リフレクタからの平行光を一方向のみに収束させる凸シリンドリカルレンズと、該凸シリンドリカルレンズで一方向のみに収束された光束を再び平行光に戻す凹シリンドリカルレンズと、から成ることを特徴とする請求項1、請求項2又は請求項3記載の液晶プロジェクト。

【請求項5】 前記形状変換光学系が、前記光源位置に焦点を持ち水平方向と垂直方向とで曲率の異なるアナモフィック非球面を反射面として有するリフレクタと、該リフレクタからの光束を平行光に変換するために水平方向と垂直方向とで曲率の異なるレンズ面を有する凹シリ

ンドリカルレンズと、から成ることを特徴とする請求項1、請求項2又は請求項3記載の液晶プロジェクト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は単板式液晶プロジェクトに関するものであり、更に詳しくは、マイクロレンズダイクロイックミラー方式のカラー液晶プロジェクトに関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般的な単板式液晶プロジェクトには、R(赤)、G(緑)、B(青)のカラーフィルタが用いられている。しかし、カラーフィルタは光を吸収するため、光利用効率の低下を招いてしまう。いわゆるマイクロレンズダイクロイックミラー方式では、カラーフィルタを用いないのでこのような問題は生じない。この方式によると、ランプからの光がダイクロイックミラーで角度の異なるRGBの各色光に色分解される。そして、液晶パネルの各画素毎に配置されたマイクロレンズに入射し、各色光毎に異なる位置で集光してRGBの各画素を照明する。この方式を採用した単板式液晶プロジェクトは、従来より種々提案されている(特開平11-32348号公報、特開平11-202429号公報等)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】マイクロレンズダイクロイックミラー方式の液晶プロジェクトにおいては、各色光の開口数(NA)を色分解方向に小さくする必要がある。NAが大きいと隣の画素への混色が起こり、色再現性の低下を招いてしまうからである。また、NAが小さすぎると、色分解方向においてランプからの光束の一部しか照明に使えなくなり、光利用効率が低下してしまう。

【0004】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、色再現性を良好に保ったまま光利用効率を上げて、明るく高品質な投写画像が得られる単板式液晶プロジェクトを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1の発明の液晶プロジェクトは、白色の自然光を発生させる光源と、該光源から射出した光を平行光に変換する形状変換光学系と、前記平行光の空間的なエネルギー分布を均一化するレンズアレイ方式のインテグレート光学系と、前記エネルギー分布が均一化された光を角度差のある複数の色光に色分解する色分解光学系と、前記各色光が入射する側の表示領域の面にマイクロレンズアレイを有し、該マイクロレンズアレイ通過後の光を変調する液晶パネルと、該液晶パネルにより変調された光で画像投影を行う投影レンズと、を備えた単板式液晶プロジェクトであって、前記インテグレート光学系が、複数のレンズセルで入射光を分割して複数の光源像を形成する第1レンズアレイ、及び該第1レンズアレイの各レ

レンズセルと前記液晶パネルとを共役にするレンズセルを前記第1レンズアレイの各レンズセルと対を成すように同数だけ有する第2レンズアレイで構成され、さらに、前記第1レンズアレイによって形成される光源像が、偏光方向の異なる互いに隣り合った一対の光源像として形成されるように、入射光を偏光方向の異なる2つの偏光成分に分離する偏光分離素子と、その一方の偏光成分を他方の偏光成分と同じ偏光方向の偏光成分に変換する1/2波長板と、を備え、前記形状変換光学系が、前記光源から射出した光を方向により異なる圧縮率で平行光に変換することを特徴とする。

【0006】第2の発明の液晶プロジェクタは、上記第1の発明の構成において、前記液晶パネルの表示領域が長方形形状を成し、その長方形の長辺に対応する方向と短辺に対応する方向とで前記圧縮率が異なり、その圧縮率の大きい方向と、前記液晶パネルの表示領域の長辺と、前記色分解光学系による色分解の方向と、が同一の平面に対して平行であり、前記偏光分離素子による2つの偏光成分への分離方向が前記平面に対して垂直であることを特徴とする。

【0007】第3の発明の液晶プロジェクタは、上記第2の発明の構成において、前記表示領域のアスペクト比を $\alpha : \beta$ (ただし $\alpha > \beta$)とすると、平行光の圧縮率の比が $2\alpha / \beta : 1$ であることを特徴とする。

【0008】第4の発明の液晶プロジェクタは、上記第1、第2又は第3の発明の構成において、前記形状変換光学系が、前記光源位置に焦点を持つ放物面を反射面として有するリフレクタと、該リフレクタからの平行光を一方方向のみに収束させる凸シリンドリカルレンズと、該凸シリンドリカルレンズで一方方向のみに収束された光束を再び平行光に戻す凹シリンドリカルレンズと、から成ることを特徴とする。

【0009】第5の発明の液晶プロジェクタは、上記第1、第2又は第3の発明の構成において、前記形状変換光学系が、前記光源位置に焦点を持ち水平方向と垂直方向とで曲率の異なるアナモフィック非球面を反射面として有するリフレクタと、該リフレクタからの光束を平行光に変換するために水平方向と垂直方向とで曲率の異なるレンズ面を有する凹シリンドリカルレンズと、から成ることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施した単板式液晶プロジェクタを、図面を参照しつつ説明する。なお、実施の形態等の相互で同一の部分や相当する部分には同一の符号を付して重複説明を適宜省略する。

【0011】図1に、マイクロレンズ-ダイクロミックミラー方式のカラー液晶プロジェクタの一実施の形態を断面的に示す。図1(B)は、液晶プロジェクタ全体を液晶パネル(13)の長辺(α)側から(つまり短辺(β)に対して平行方向から)見た断面で示している。これに対し図

1(A)は、図1(B)に示す略L字型の光路を一方方向に展開した状態で示している。つまり図1(A)は、光源(1)からダイクロミックミラー(11)までを液晶パネル(13)の表示面に対して垂直方向から見た断面で示しており、フィールドレンズ(12)から投影レンズ(14)までを液晶パネル(13)の短辺(β)側から(つまり長辺(α)に対して平行方向から)見た断面で示している。

【0012】この液晶プロジェクタは、光路の順に、光源(1)、リフレクタ(2a)、UV(ultraviolet ray)-IR(infrared ray)カットフィルター(3)、凸シリンドリカルレンズ(4)、凹シリンドリカルレンズ(5a)、第1レンズアレイ(6)、第2レンズアレイ(7)、PBS(polarizing beam splitter)プリズムアレイ(8)、1/2波長板(9)、重ね合わせレンズ(10)、ダイクロミックミラー(11)、フィールドレンズ(12)、液晶パネル(13)、及び投影レンズ(14)を備えている。これらのうち、リフレクタ(2a)及び凸、凹のシリンドリカルレンズ(4, 5a)が形状変換光学系、第1、第2レンズアレイ(6, 7)及び重ね合わせレンズ(10)がレンズアレイ方式のインテグレート光学系、PBSプリズムアレイ(8)及び1/2波長板(9)が偏光変換光学系、ダイクロミックミラー(11)が色分解光学系をそれぞれ構成している。

【0013】光源(1)は、白色の自然光(ランダム偏光)を発生させる放電ランプ(例えば、メタルハライドランプや超高圧水銀ランプ等)である。特に超高圧水銀ランプはショートアークであるため、照明効率を良くする上で望ましい。リフレクタ(2a)は、光源(1)の位置に焦点を持つ放物面を反射面として有している。したがって、光源(1)から射出した光は、リフレクタ(2a)によって平行光に変換される。リフレクタ(2a)から射出した平行光は、UV-IRカットフィルター(3)を透過した後、凸シリンドリカルレンズ(4)と凹シリンドリカルレンズ(5a)を通過する。

【0014】凸シリンドリカルレンズ(4)と凹シリンドリカルレンズ(5a)は、入射してきた平行光に対し、水平方向(H)にはアフォーカル系として作用するが、垂直方向(V)には単なる平行平板として作用する。したがって、UV-IRカットフィルター(3)を透過した平行光は、凸シリンドリカルレンズ(4)により水平方向(H)にのみ収束され、その収束された光束は凹シリンドリカルレンズ(5a)により再び平行光に戻される。このようにシリンドリカルレンズ(4, 5a)等から成る形状変換光学系によって、光源(1)からの光は水平方向(H)に圧縮された平行光に変換される。

【0015】凹シリンドリカルレンズ(5a)から射出した平行光は、第1、第2レンズアレイ(6, 7)に入射する。第1レンズアレイ(6)は、液晶パネル(13)の表示領域と略相似な長方形形状のレンズセルを2次元のアレイ状に配列して成るものであり、複数のレンズセルで入射光を分割する。そして、第1レンズアレイ(6)と同様のアレイ

構造を有する第2レンズアレイ(7)の近傍に、複数の光源像を形成する。第2レンズアレイ(7)は、第1レンズアレイ(6)の各レンズセルと対を成す同形状のレンズセルを同数だけ有している。第1レンズアレイ(6)の各レンズセルと液晶パネル(13)とは、第2レンズアレイ(7)の各レンズセルを介して共役な関係にあり、第1レンズアレイ(6)の各レンズセルの共役像が液晶パネル(13)上で重なり合うように、照明光は重ね合わせレンズ(10)によって集光される。このようにして照明光の空間的なエネルギー分布が均一化されて、液晶パネル(13)は無駄なく均一に照明される。

【0016】第2レンズアレイ(7)から射出した照明光は、PBSプリズムアレイ(8)に入射する。PBSプリズムアレイ(8)は、PBSプリズムを垂直方向(V)のアレイ状に有する偏光分離素子である。各PBSプリズムは、入射してきた照明光をP偏光(透過光)とS偏光(反射光)とに分離する偏光分離面と、S偏光をP偏光と同じ方向に反射させる反射面と、を有している。したがって、入射光は偏光方向の異なる2つの偏光成分(P偏光とS偏光)に分離され、第1レンズアレイ(6)によって形成される光源像は、偏光方向の異なる互いに隣り合った一対の光源像(P像とS像)として形成される。PBSプリズムアレイ(8)の光線射出側の面には、S偏光が入射する位置に1/2波長板(9)が設けられている。S偏光とP偏光とは互いにズレた位置で結像するため、S偏光のみを1/2波長板(9)に入射させることは可能である。一方の偏光成分(S偏光)は1/2波長板(9)を通過することにより、他方の偏光成分(P偏光)と同じ偏光方向の偏光成分(P偏光)に変換される(偏波面が略90°回転)。

【0017】上記のようにPBSプリズムアレイ(8)及び1/2波長板(9)から成る偏光変換光学系によって、照明光がランダム偏光から偏光方向の揃った直線偏光へと変換されて、照明光は全てP偏光となる。偏光変換光学系はインテグレート光学系と組み合わせられた状態で構成されているため、P・S両偏光による照明光ともエネルギー分布の強い照明光の中心軸をほとんどずらさずに照明を行うことができる。したがって、マイクロレンズアレイ(ML、図2)付きの液晶パネル(13)を照明する上で効率が高く、さらにインテグレート機能により均一な照明光が得られる。

【0018】上記偏光変換光学系で偏光方向が揃えられた照明光は、前記重ね合わせレンズ(10)を通過した後、角度差をつけて配置された3枚のダイクロイックミラー(11)に入射する。ダイクロイックミラー(11)は、入射光(白色光)を角度差のある3原色RGBの各色光に色分解する。ダイクロイックミラー(11)での色分解により生じたRGBの各色光は、フィールドレンズ(12)を通過した後、図2に示すように液晶パネル(13)を照明する。なお、フィールドレンズ(12)によって液晶パネル(13)側へ

のテレセントリック性が達成される。

【0019】液晶パネル(13)は長方形の表示領域を有しており、またRGB(図2中、R：破線、G：実線、B：二点鎖線)の各色光が互いに異なる角度で入射する側の表示領域の面に、マイクロレンズアレイ(ML)を有している。そして、マイクロレンズアレイ(ML)通過後の光を液晶層(LC)で変調する。液晶パネル(13)の偏光子(不図示)はP偏光を透過させる向きに配置されているので、偏光子による光量損失はほとんどなく、液晶パネル(13)に対して光利用効率の高い照明が達成可能となる。マイクロレンズアレイ(ML)の各レンズセルは液晶層(LC)の1組のRGBの画素単位毎に配置されており、各レンズセルにはRGBの各色光が角度差を持って入射する。このため、照明光はRGBの色光毎に異なる位置で結像し、各色に対応する画素がそれぞれ効率良く照明される。そして、液晶パネル(13)により変調された光で投影レンズ(14)が画像投影を行い、液晶パネル(13)の表示画像がスクリーン(不図示)上に投影される。

【0020】図1(B)に示す色分解方向においては、照明光がRGBの各色光に角度分離されるため、照明光全体の開口数(NA)は単色(R、G、B)の3倍になる。このため、色分解方向においてダイクロイックミラー(11)への入射光のNAを、図1(A)に示す色分解しない方向の1/3以下にしておかないと、液晶パネル(13)で混色が生じて色再現性が低下したり、3倍になったNAを投影レンズ(14)で拾いきれず(例えば1/3しか使えなくなる)、光利用効率のロスや色ムラ等が生じたりすることになる。この問題を解消するために本液晶プロジェクトでは、前記形状変換光学系が光源(1)からの射出光を方向により異なる圧縮率で平行光に変換する構成としている。つまり、リフレクタ(2a)から射出した平行光の光束幅を、シリンダリカルレンズ系(4,5a)から成るアフォーカル系で水平方向(H)に圧縮することにより、液晶パネル(13)の表示領域において長辺(α)に対応する水平方向(H)と短辺(β)に対応する垂直方向(V)とで前記圧縮率が異なる構成としている。

【0021】上記構成により、光源(1)からの光の取り込み量を減らさずに照明光のNAを1/3にすることができる。したがって、色再現性を良好に保ったまま光利用効率を上げて、明るく高品質な投写画像を得ることができる。なお、上記圧縮率の大きい方向(すなわち水平方向(H))と、液晶パネル(13)の表示領域の長辺(α)と、ダイクロイックミラー(11)による色分解の方向と、は同一の平面(例えば紙面)に対して平行になっており、PBSプリズムアレイ(8)による2つの偏光成分(P、S偏光)への分離方向(すなわち垂直方向(V))は前記平面に対して垂直になっている。

【0022】図3(A)に、本液晶プロジェクトにおけるリフレクタ(2a)からの光束取り込み範囲をクロスハッチングで示し、図3(B)に、本液晶プロジェクトにおける

第2レンズアレイ(7)の各レンズセルとその近傍に形成されるP像(IP)と1/2波長板(9)との位置関係を示す。また図4(A)に、本液晶プロジェクトにおいてシリンドリカルレンズ系(4,5a)を用いなかった場合の、リフレクタ(2a)からの光束取り込み範囲をクロスハッチングで示し、図4(B)に、本液晶プロジェクトにおいてシリンドリカルレンズ系(4,5a)を用いなかった場合の、第2レンズアレイ(7)の各レンズセルとその近傍に形成されるP像(IP)と1/2波長板(9)との位置関係を示す。PBSプリズムアレイ(8)による偏光分離方向は垂直方向(V)であるため、S像(不図示)は1/2波長板(9)の領域(斜線部)内に形成されることになる。

【0023】図3(B)、図4(B)に示すP像(IP)の形状を比較すると分かるように、本液晶プロジェクトにおいて第2レンズアレイ(7)近傍に形成される光源像は水平方向(H)に長くなる。これは光束幅を水平方向(H)にのみ圧縮するシリンドリカルレンズ系(4,5a)により、各方向(H,V)での圧縮率の差がその比率(すなわち圧縮比)に応じた倍率差として表れるためである。つまり、光源像の光束圧縮方向の長さは、シリンドリカルレンズ系(4,5a)のアフォーカル倍率に応じて決定される。

【0024】ここで、液晶パネル(13)のアスペクト比を4:3とすると、第1及び第2レンズアレイ(6,7)のアスペクト比も略4:3になる。第2レンズアレイ(7)の近傍には1つのレンズセルに対して2つの光源像が形成されるが、その偏光分離方向が液晶パネル(13)の長辺(α)に対応する水平方向(H)であれば、1つの光源像に有効な領域のアスペクト比は2:3となる。また図3(B)に示すように、偏光分離方向が液晶パネル(13)の短辺(β)方向に対応する垂直方向(V)であれば、1つの光源像に有効な領域のアスペクト比は8:3となる。光源像の大きさは光束圧縮されている方向(つまり水平方向(H))に約3倍大きいので、それと直交する垂直方向(V)を偏光分離方向とする方が、光源像の形状と第2レンズアレイ(7)近傍での光束有効領域の形状とのマッチングが良く、したがって効率の良い照明が可能となる。本液晶プロジェクトの場合、光束の圧縮比を8:3にすると、光源像の形状と第2レンズアレイ(7)近傍での光束有効領域の形状とのマッチングが最も良くなる。

【0025】また、液晶パネル(13)のアスペクト比が16:9の場合、偏光分離方向を液晶パネル(13)の短辺(β)方向に対応する垂直方向(V)にすると、1つの光源像に有効な領域のアスペクト比は32:9となり、圧縮比を32:9にすると光源像の形状と第2レンズアレイ(7)近傍での光束有効領域の形状とのマッチングが最も良くなる。この観点から、液晶パネル(13)の表示領域のアスペクト比を $\alpha:\beta$ (ただし $\alpha>\beta$)とするとき、平行光の圧縮率の比は $2\alpha/\beta:1$ であることが望ましい。このような圧縮比の設定により、光源像の形状と第2レンズアレイ(7)近傍での光束有効領域の形状とのマッ

ングが良くなり、効率の良い照明が可能となる。

【0026】図5に、本発明に係る液晶プロジェクトの他の実施の形態を断面的に示す。図5(B)は、本液晶プロジェクト全体を液晶パネル(13)の長辺(α)側から(つまり短辺(β)に対して平行方向から)見た断面で示している。これに対し図5(A)は、図5(B)に示す略L字型の光路を一方に展開した状態で示している。つまり図5(A)は、光源(1)からダイクロイックミラー(11)までを液晶パネル(13)の表示面に対して垂直方向から見た断面で示しており、フィールドレンズ(12)から投影レンズ(14)までを液晶パネル(13)の短辺(β)側から(つまり長辺(α)に対して平行方向から)見た断面で示している。

【0027】この液晶プロジェクトは、光路の順に、光源(1)、リフレクタ(2b)、UV-IRカットフィルター(3)、凹シリンドリカルレンズ(5b)、第1レンズアレイ(6)、複屈折回折光学素子(15)、第2レンズアレイ(7)、1/2波長板(9)、重ね合わせレンズ(10)、ダイクロイックミラー(11)、フィールドレンズ(12)、液晶パネル(13)、及び投影レンズ(14)を備えている。これらのうち、リフレクタ(2b)及び凹シリンドリカルレンズ(5b)が形状変換光学系、第1、第2レンズアレイ(6,7)及び重ね合わせレンズ(10)がレンズアレイ方式のインテグレート光学系、複屈折回折光学素子(15)及び1/2波長板(9)が偏光変換光学系、ダイクロイックミラー(11)が色分解光学系をそれぞれ構成している。

【0028】この液晶プロジェクトの第1の特徴は、形状変換光学系において凸シリンドリカルレンズの機能をリフレクタ(2b)に持たせた点にある。リフレクタ(2b)は、光源(1)の位置に焦点を持ち水平方向(H)と垂直方向(V)とで曲率の異なるアナモフィック非球面を反射面として有している。そのアナモフィック非球面形状は、図5(A)に示す断面において放物線であり、図5(B)に示す断面において楕円形状である。また凹シリンドリカルレンズ(5b)は、リフレクタ(2b)からの光束を平行光に変換するために、水平方向(H)と垂直方向(V)とで曲率の異なるアナモフィック非球面形状のレンズ面を有している。そのアナモフィック非球面形状は、図5(A)に示す断面において直線であり、図5(B)に示す断面において円形状である。さらに、その円の曲率は光軸上で最大となり、光軸から垂直方向(V)に離れるに従って緩やかに変化していく。このようにアナモフィック非球面を用いることにより、凸シリンドリカルレンズが不要となるため部品点数を減らすことができる。また、前述した光束幅の圧縮が効果的に達成される。

【0029】この液晶プロジェクトの第2の特徴は、偏光分離素子として複屈折回折光学素子(15)を用いた点にある。複屈折回折光学素子(15)は、複屈折材料から成る光学的異方体層(例えば液晶)と、回折格子面で光学的異方体層に隣接する光学的等方体層(例えばガラス基板)と、を備え、その複屈折作用と回折作用により偏光分離

を行う。例えば、P偏光が回折格子面で回折せずにそのまま複屈折回折光学素子(15)を透過し、S偏光が回折格子面での回折により偏向することになる。そしてその偏光分離により、P偏光とS偏光とで結像位置(すなわち光源像位置)に光軸垂直方向のズレが生じて、S偏光のみが1/2波長板(9)を通過することになる。

【0030】ところで、照明光を圧縮した後、第1レンズアレイ(6)に入射させる構成では、その圧縮方向での分割数が少なくなりがちであり、均一照明するためには各レンズセルを小さくする必要が生じる。そのため、偏光分離方向でのレンズセル数はかなり多くなり、図1に示すようにPBSプリズムアレイ(8)を用いた場合には、それを構成するPBSプリズム数も多くなる。したがって、構成する部品点数が多くなるため、高コスト化が懸念される。図5に示すように複屈折回折光学素子(15)を用いれば、レンズセル数に依存することなく偏光分離を行うことが可能であり、また複屈折回折光学素子(15)は非常に少ない部品点数で構成可能であるため、低コストの偏光分離を効果的に行うことができる。例えば、ガラス基板と回折格子基板との間に複屈折材料である液晶を封入すれば、非常に少ない部品点数で低コストの複屈折回折光学素子(15)を構成することができる。

【0031】また本液晶プロジェクトの第3の特徴は、第2レンズアレイ(7)の光線射出側の面に設けられている1/2波長板(9)が、高分子フィルムではなく、アモルファス複屈折薄膜で構成されている点にある。偏光分離方向のレンズセル数が多くなると1/2波長板の数も多くなるため、1/2波長板を高分子フィルムで構成した場合には貼り付け工数が増えて高コストになる。また、レンズセルサイズが小さくなっているので、貼り付け位置の誤差の影響も大きくなる。アモルファス複屈折薄膜は蒸着によって形成されるため、アモルファス複屈折薄膜から成る1/2波長板(9)は一度に形成可能であり、しかも1/2波長板(9)を形成する位置の誤差を小さくする上でも有効である。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、形状変換光学系が光源からの射出光を方向により異なる圧縮率で平行光に変換する構成になっているため、色再現性を良好に保ったまま光利用効率を上げて、明るく高品質な投写画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】液晶プロジェクトの一実施の形態を断面的に示す光学構成図。

【図2】図1の液晶プロジェクトにおける液晶パネルの要部構造と各色光の光路を断面的に示す図。

【図3】図1の液晶プロジェクトにおける、光源からの光束取り込み範囲と第2レンズアレイ近傍での光束有効領域を模式的に示す図。

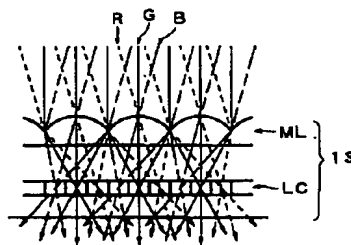
【図4】図1の液晶プロジェクトにおいてシリンドリカルレンズ系を用いない場合の、光源からの光束取り込み範囲と第2レンズアレイ近傍での光束有効領域を模式的に示す図。

【図5】液晶プロジェクトの他の実施の形態を断面的に示す光学構成図。

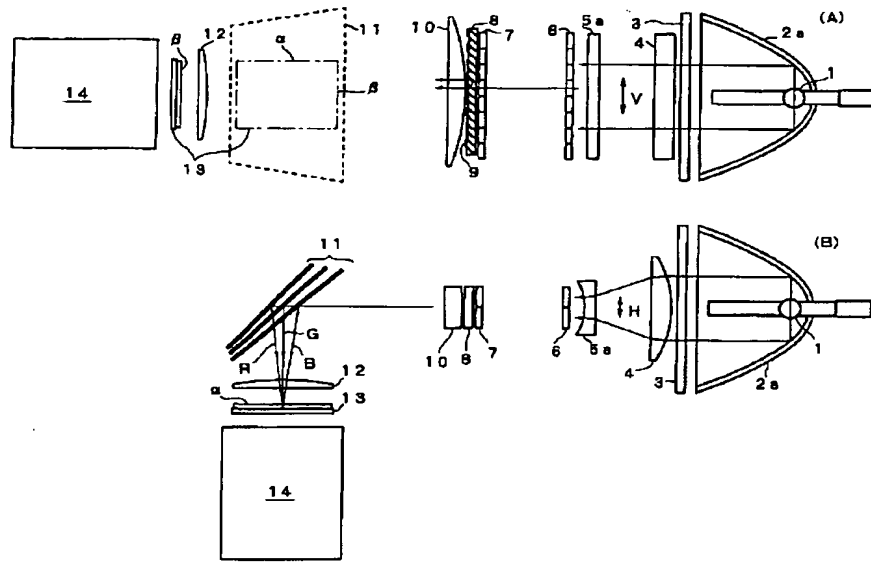
【符号の説明】

- 1 …光源
- 2a …リフレクタ
- 2b …リフレクタ
- 4 …凸シリンドリカルレンズ
- 5a …凹シリンドリカルレンズ
- 5b …凹シリンドリカルレンズ
- 6 …第1レンズアレイ
- 7 …第2レンズアレイ
- 8 …PBSプリズムアレイ
- 9 …1/2波長板
- 10 …重ね合わせレンズ
- 11 …ダイクロイックミラー
- 13 …液晶パネル
- ML …マイクロレンズアレイ
- 14 …投影レンズ
- 15 …複屈折回折光学素子

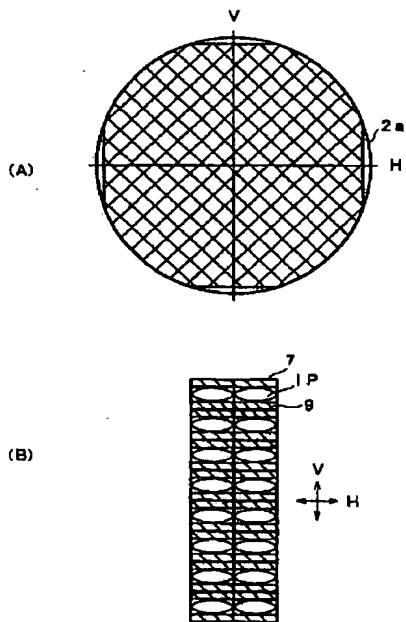
【図2】



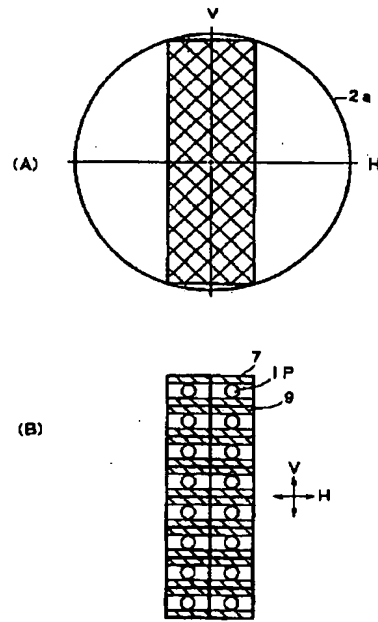
【図1】



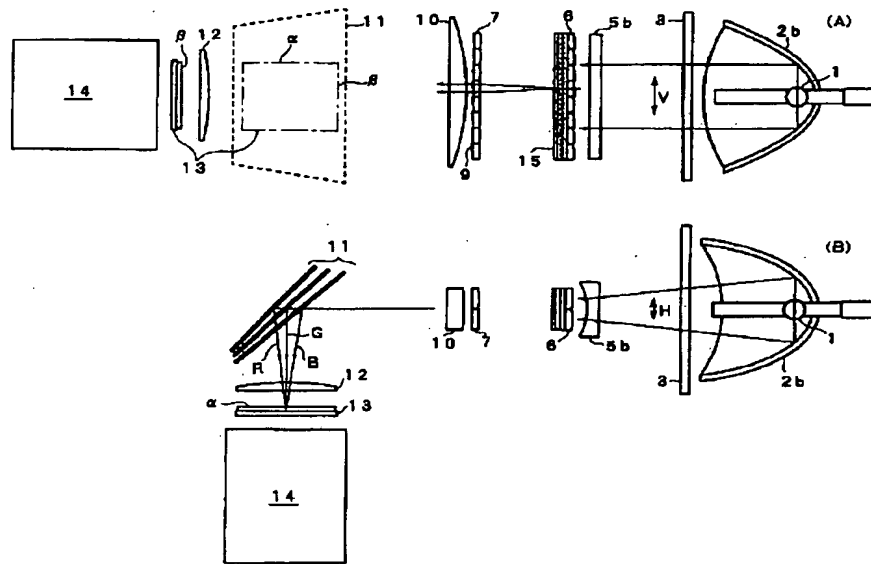
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターム(参考)
G 0 3 B 33/12		G 0 9 F 9/00	3 6 0 K
G 0 9 F 9/00	3 6 0	H 0 4 N 9/30	
H 0 4 N 9/30		9/31	Z
9/31		G 0 2 F 1/1335	5 3 0

Fターム(参考) 2H088 EA13 HA16 HA20 HA24
 HA25 HA28 KA01 MA05
 2H091 FA05Z FA10Z FA11Z FA17Z
 FA26Z FA29Z FA41Z FD07
 LA15 LA20 MA07
 5C060 BA04 BA08 BB01 BC01 BD02
 BE05 BE10 DA04 EA01 GA02
 GB01 HC04 HC21 HD01 HD02
 JA17 JB06
 5G435 AA00 AA04 BB12 BB17 GG01
 GG04 GG08 GG12 GG16 GG23
 LL15